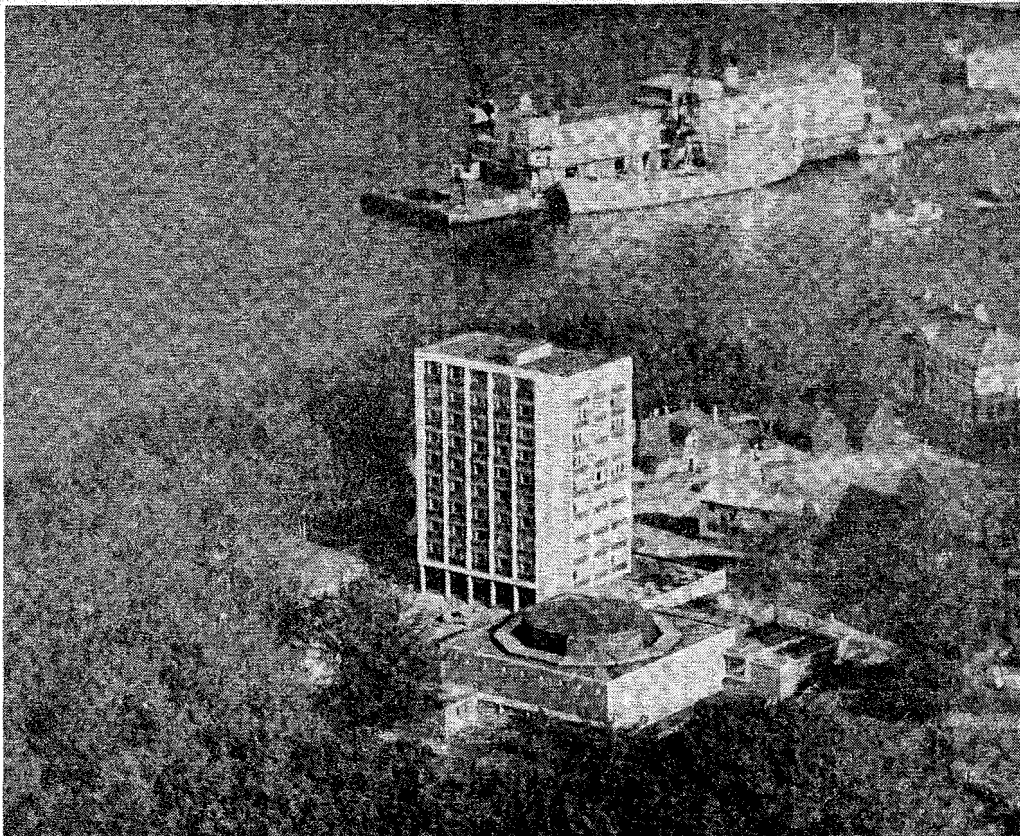


# Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS  
HAVFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN



**En korreksjon til ekkoloddets dybdeangivelse**

NR. 3 — 1964

# En korreksjon til ekkoloddets dybdeangivelse

Av Lars Midttun

FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT

Ønsker man å foreta en nøyaktig dybdemåling på større dyp med ekkolodd, må man korrigere ekkoloddets dybdeangivelse for en feil som fremkommer fordi lyd hastigheten i vannkolonnen på målestedet i alminnelighet er forskjellig fra den lyd hastighet som ekkoloddet er justert for.

I det følgende er vist: 1. Hvorledes dybdefeilen kan

beregnes. 2. Størrelsen av dybdekorreksjonen for Norskehavet illustrert ved hjelp av en serie karter.

1. *Beregning av dybdefeilen.*

Ekkoloddet er innstilt for en bestemt lyd hastighet, i alminnelighet 1500 m/sek. Den virkelige lyd hastighet i sjøen varierer med temperatur, saltholdighet og trykk (eller dybde) etter følgende formel:

$$v_{t, s, p} = 1400 + 4,9t - 0,044t^2 + \left(1,32 - \frac{t}{100}\right)S + 0,018\left(1 - \frac{t}{100}\right)p$$

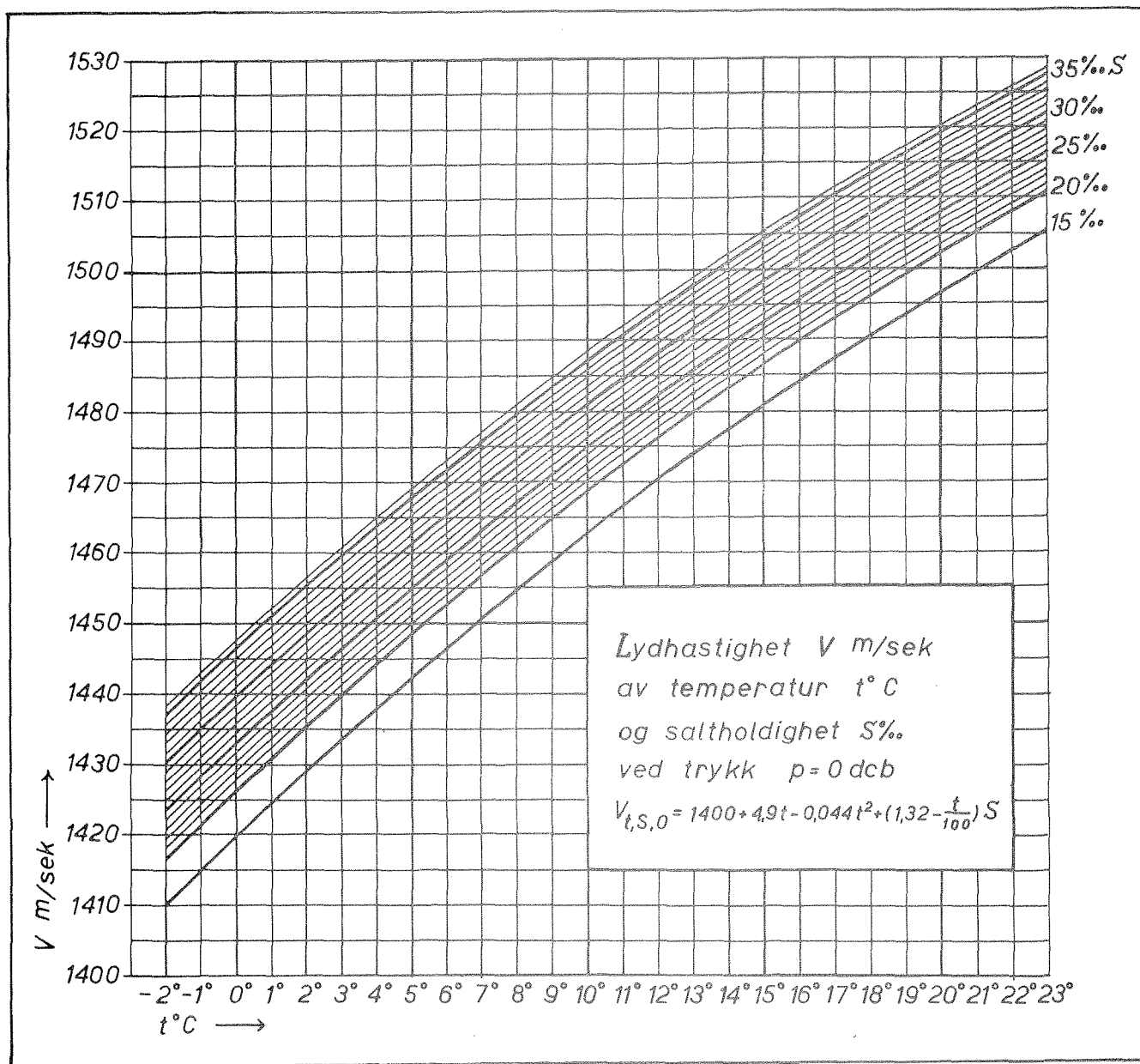


Fig. 1. Lyd hastigheten i m/sek. som funksjon av temperatur i grader Celsius og saltholdighet i pro mille ved trykk 0 dcb. (eller dyp 0 meter).

Formelen er bygget på verdier fra tabeller publisert av Kuwahara (1939). Lydhastigheten  $v$  blir uttrykt i m/sek. når  $t$  er gitt i grader celsius,  $S$  i promille og  $p$  i decibar (eller meter).

Vi ønsker å finne den midlere lydhastighet i vannskiktet ned til den dybde vi lodder. Først vil vi da finne lydhastigheten som funksjon av dybden, lettest fremstilt i form av en stasjonskurve for lydhastighet. Stasjonskurven kan så integreres med hensyn på dybden og den midlere feil i lydhastighet i skiktet mellom overflaten og dybden  $p$  vil være:

$$a = 1500 \div \frac{1}{p} \int_0^p v dp$$

Oppgaven blir foreløpig å finne stasjonskurven for lydhastighet. Det forutsettes at temperatur og saltholdighet for standarddybene er målt. En kan da gå frem på følgende måte: Først kan en finne for standard-dypene størrelsen  $v_{t,s,0}$  (lydhastigheten ved ved gitt temperatur og saltholdighet, men ved trykk 0 (overflaten), deretter kan en korrigere med  $v_p$  for trykkets virkning idet

$$v_{t,s,p} = v_{t,s,0} + v_p$$

Størrelsen  $v_{t,s,0}$  som funksjon av temperatur og saltholdighet er fremstilt grafisk i fig. 1. Korreksjonen for trykkets virkning

$v_p = 0,018 \left(1 - \frac{t}{100}\right) p$  (m/sek) kan tas ut fra tabell I.

Tabell I.

Trykk — korreksjon.

$$v_p = 0,018 \left(1 - \frac{t}{100}\right) p \text{ (m/sek)}$$

( $p$  er trykk i dcb. eller dybde i meter,  $t$  er temperatur i °C)

$p/t$	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
100 .....	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
200 .....	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
300 .....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
400 .....	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6
500 .....	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8
600 .....	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10		
700 .....	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11		
800 .....	15	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13		
1000 .....	18	18	18	17	17	17	17	17	17	17	16	16		
1200 .....	22	22	21	21	21	21	21	21	21	21				
1500 .....	27	27	27	26	26	26	26	26						
1800 .....	33	32	32	32	31	31	31							
2000 .....	36	36	36	35	35	35	34							
2500 .....	45	45	45	44										
3000 .....	55	54	53	53										
3500 .....	64	63	62	62										
4000 .....	73	72	71	71										

Settes nå de verdier som er funnet for  $v_{t,s,p}$  opp mot dybden, kan en trekke opp den søkte stasjonskurve for lydhastighet.

Ute i Norskehavet vil saltholdighetens innflytelse på lydhastigheten variere så lite at en uten nevnever-

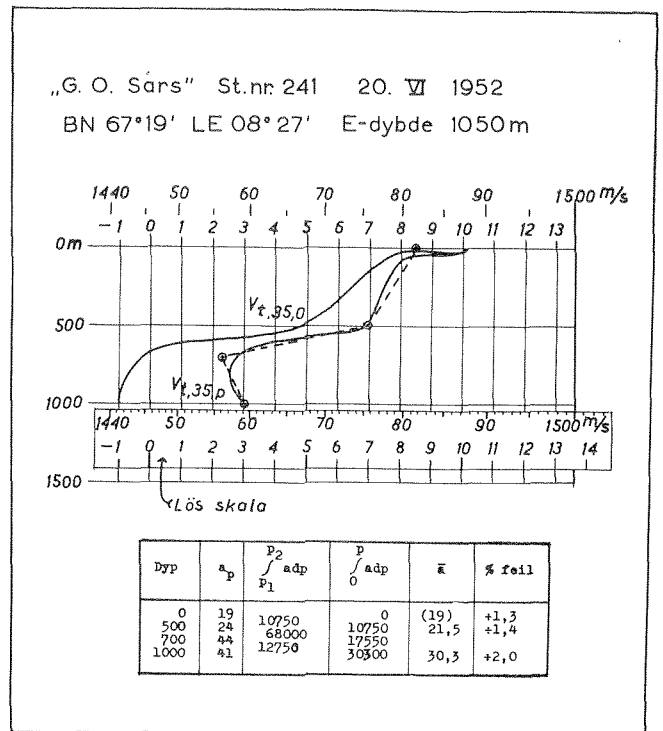


Fig. 2. Eksempel på beregning av dybdekorreksjonen.

dig feil kan betrakte saltholdigheten konstant og lik  $35\text{‰}$  i formelen for  $v_{t,s,p}$ . Formelen kan da forenkles til

$$v_{t,35,p} = 1446 + 4,56t - 0,044t^2 + 0,018 \left(1 - \frac{t}{100}\right)p$$

som kan spaltes til

$$v_{t,35,p} = v_{t,35,0} + v_p$$

hvor  $v_{t,35,0} = 1446 + 4,56t - 0,044t^2$

Det kan da lønne seg først å tegne opp stasjonskurven for temperatur. På en løs papirstrimmel har en avmerket sammenhørende verdier for temperatur og lydshastighet i form av to skalaer, temperaturskalaen i samme målestokk som brukt for stasjonskurven for temperatur. Legger en nå papirstrimmelen på plass over stasjonskurven, vil kurven samtidig fremstille stasjonskurven for lydshastighet ( $v_{t,35,0}$ ) idet en nå

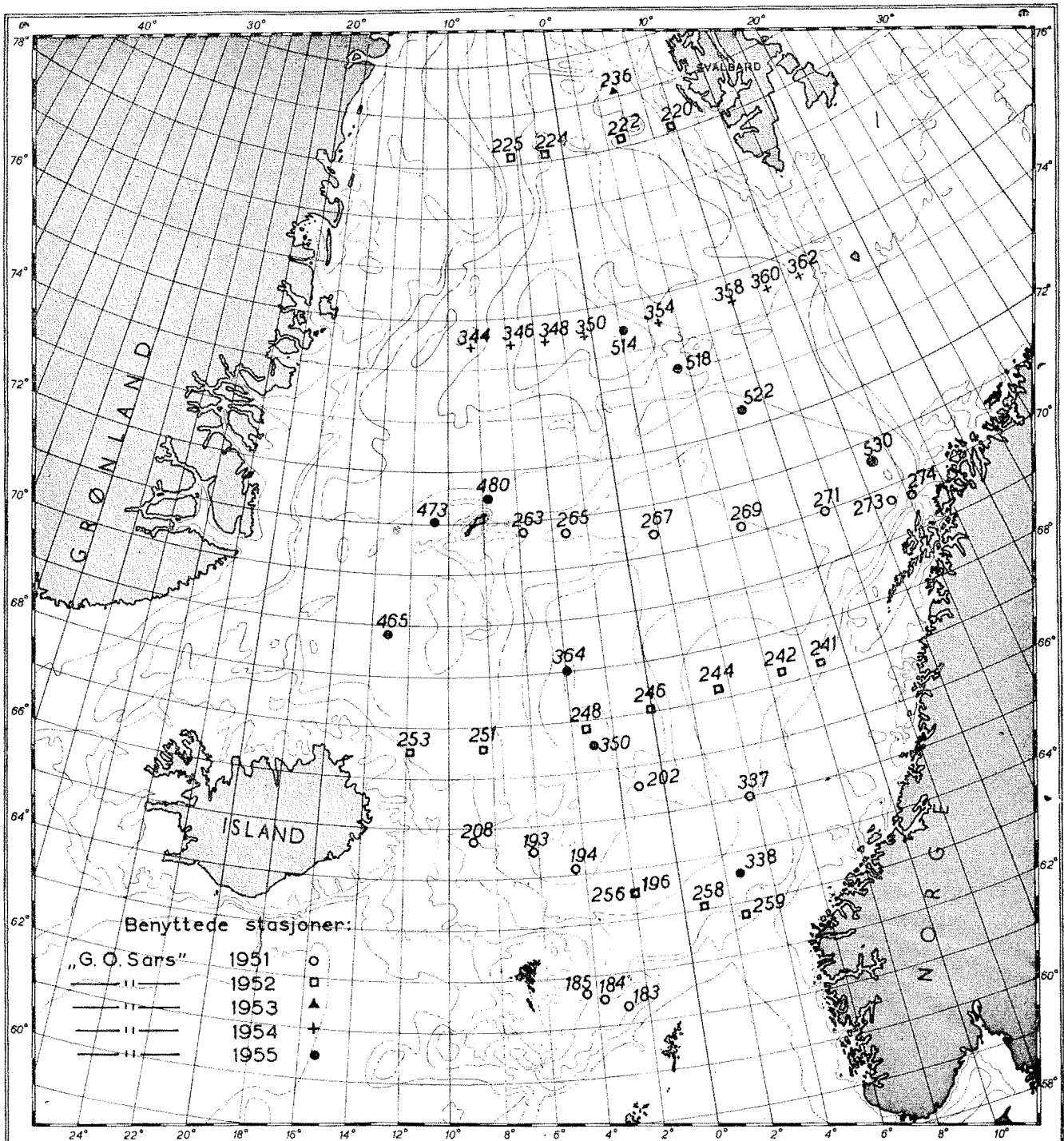


Fig. 3. Beliggenheten av de stasjoner som er benyttet under beregning av dybdekorreksjon for Norskehavet.

anvender skalaen for lyd hastighet. Korreksjonen  $v_p$  kan nå innføres; en tar verdiene ut fra tabell I, og setter dem inn etter skalaen. Deretter kan stasjonskurven for  $v_{t,35,0}$  trekkes opp.

Fig. 2 viser et diagram med stasjonskurver (for  $t$  og  $v$ ) fra «G. O. Sars» st. 241. Papiirstrimmelen med skalaer er antydnet. Ved hjelp av skalaen for lyd hastighet kan en fra diagrammene lese ut direkte lyd hastighetsfeilen,  $a_p = 1500 - v_{t,35,p}$ , for en rekke dyp (ver-

dien av  $p$ ). Hvilke dyp en skal velge avhenger av formen på kurven  $v_{t,35,p}$ .

Midlere feil i lyd hastigheten blir

$$\bar{a} = \frac{1}{p} \int_0^p a_p dp$$

I tabellen nederst på fig. 2 er utregning utført. Siste kolonne angir feilen i prosent, og dette blir også den prosentvise feil til ekkoloddets dybdeangivelse. I dette

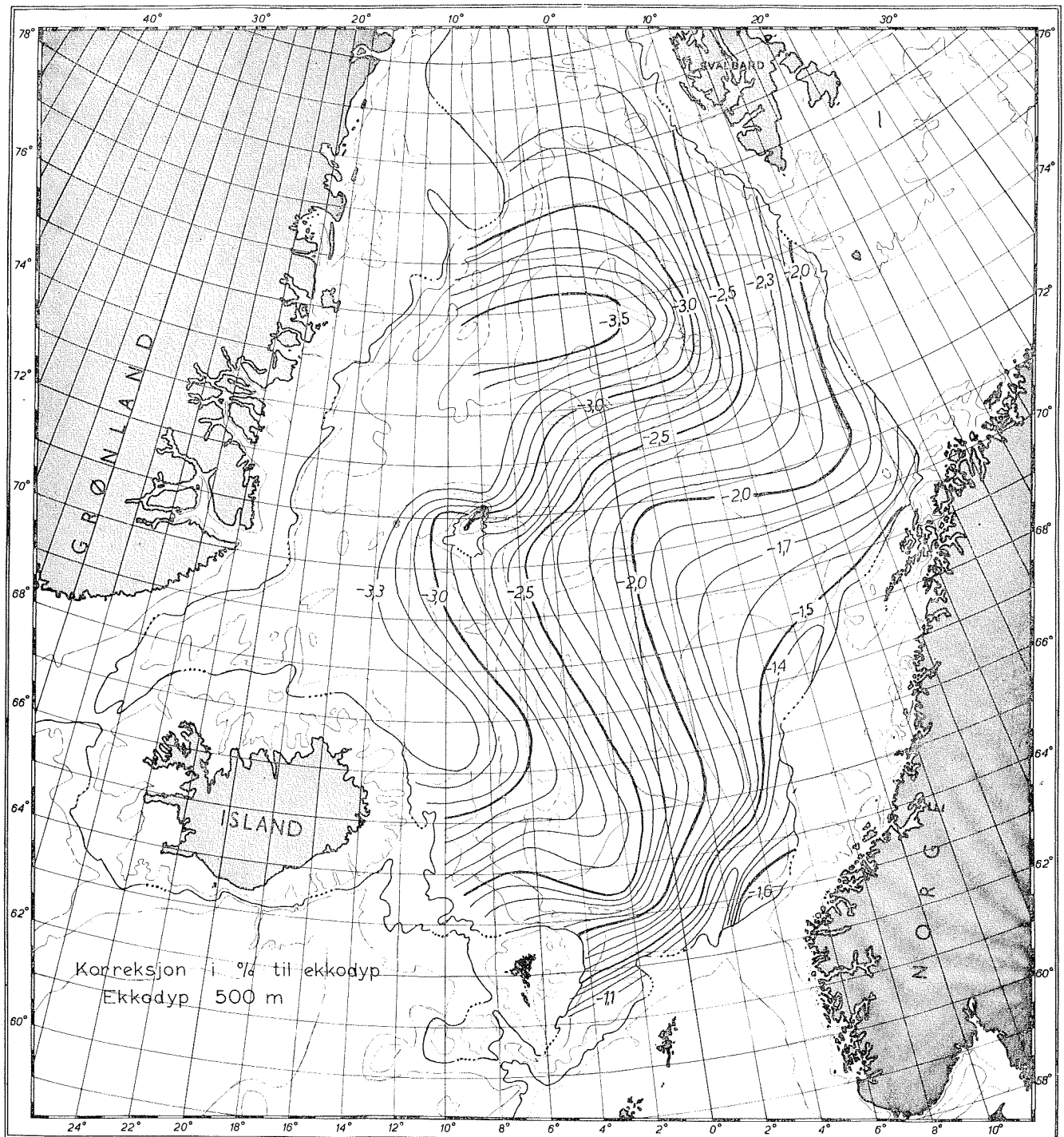


Fig. 4. Korreksjon i prosent til ekkodyp ved 500 meter.

tilfelle blir altså feilen ved 1000 meter : — 2%, eller 20 meter for stort dyp er angitt av ekkoloddet.

Tabell II. *Maksimum dybdefeil for en rekke dybder.*

Ekkodybde	Dybdefeil	
	i prosent	i meter
500 .....	3,5	17,5
1000 .....	3,3	33
1500 .....	3,0	45
2000 .....	2,7	54
2500 .....	2,4	60
3000 .....	2,1	63
3500 .....	1,8	63

## 2. Dybdekorreksjoner for Norskehavet.

Blant stasjonene fra «G. O. Sars»s sommertokter i Norskehavet årene 1951—1955 er valgt ut 49 stasjoner som tilsammen dekker havområdet ganske godt. For disse stasjonene hvis beliggenhet er vist i fig. 3, er dybdefeilen beregnet til dybdene 500, 1000, 2000, 2500, 3000 og 3500 meter. Resultatene er gitt

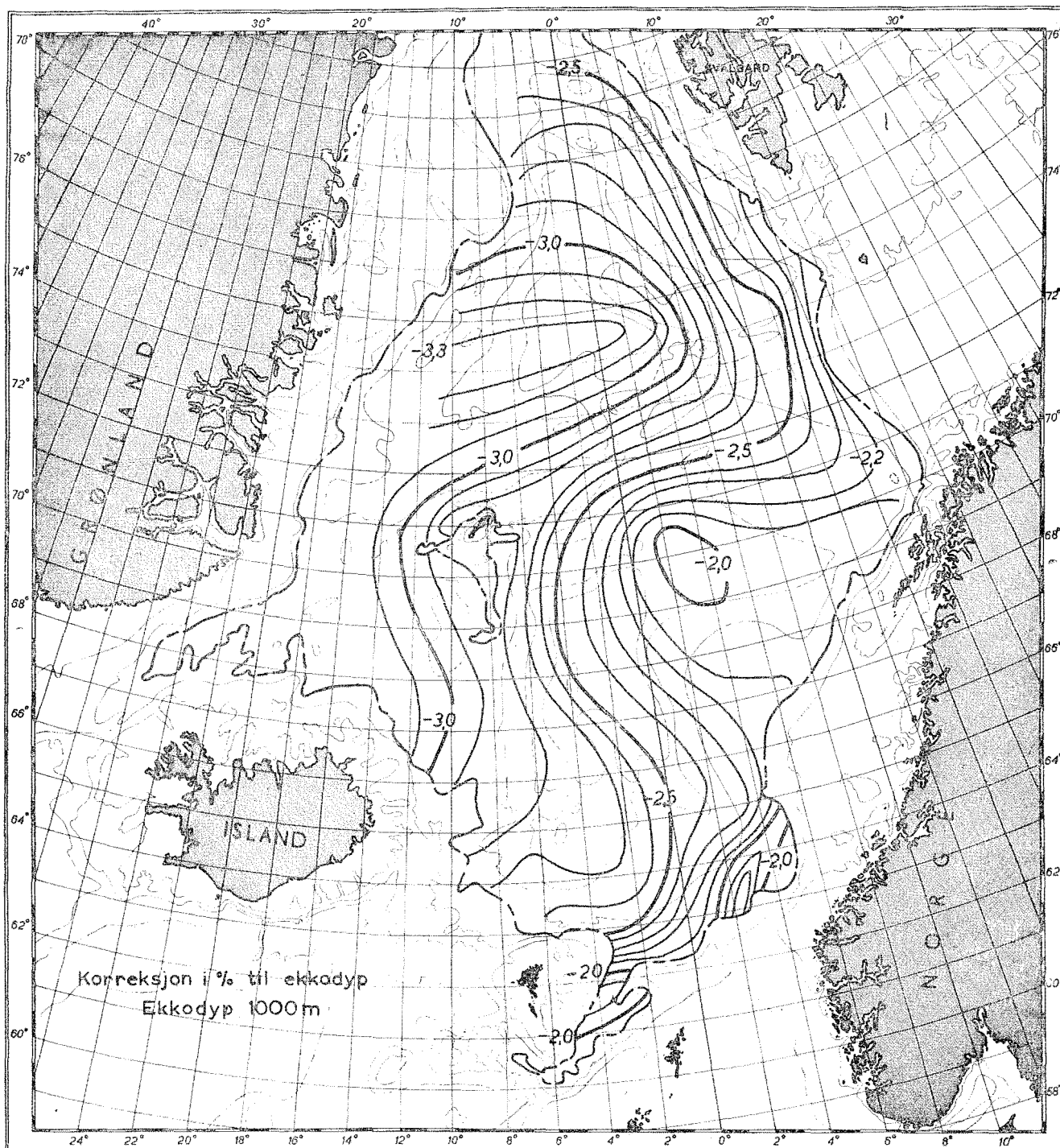


Fig. 5. Korreksjon i prosent til ekkodyp ved 1000 meter.

i form av en rekke kart som illustrerer dybdefeilen ved hjelp av isolinjer for dybdefeil (fig. 4—10). Overalt viser ekkoloddet for styre dybder. Tabell II viser hvor mange meter korreksjonen utgjør ved maksimum dybdefeil for de forskjellige dybder.

Disse kartene kan brukes til å korrigere ekkodybden. Man kan lettest interpolere seg til prosentsatsen fra de to nabokartene, det nærmest over og det nærmest under vedkommende ekkodybde.

*Eksempel :*

I posisjon 74°00'N og 6°00'E måler med ekkoloddet 1800 meter. Kartet for 1500 meter gir for denne posisjon — 2,8% og kartet for 2000 meter — 2,6%. Interpolasjon for 1800 meter gir da — 2,7%, hvilket utgjør — 49 meter. Den virkelige dybde blir da 1751 meter.

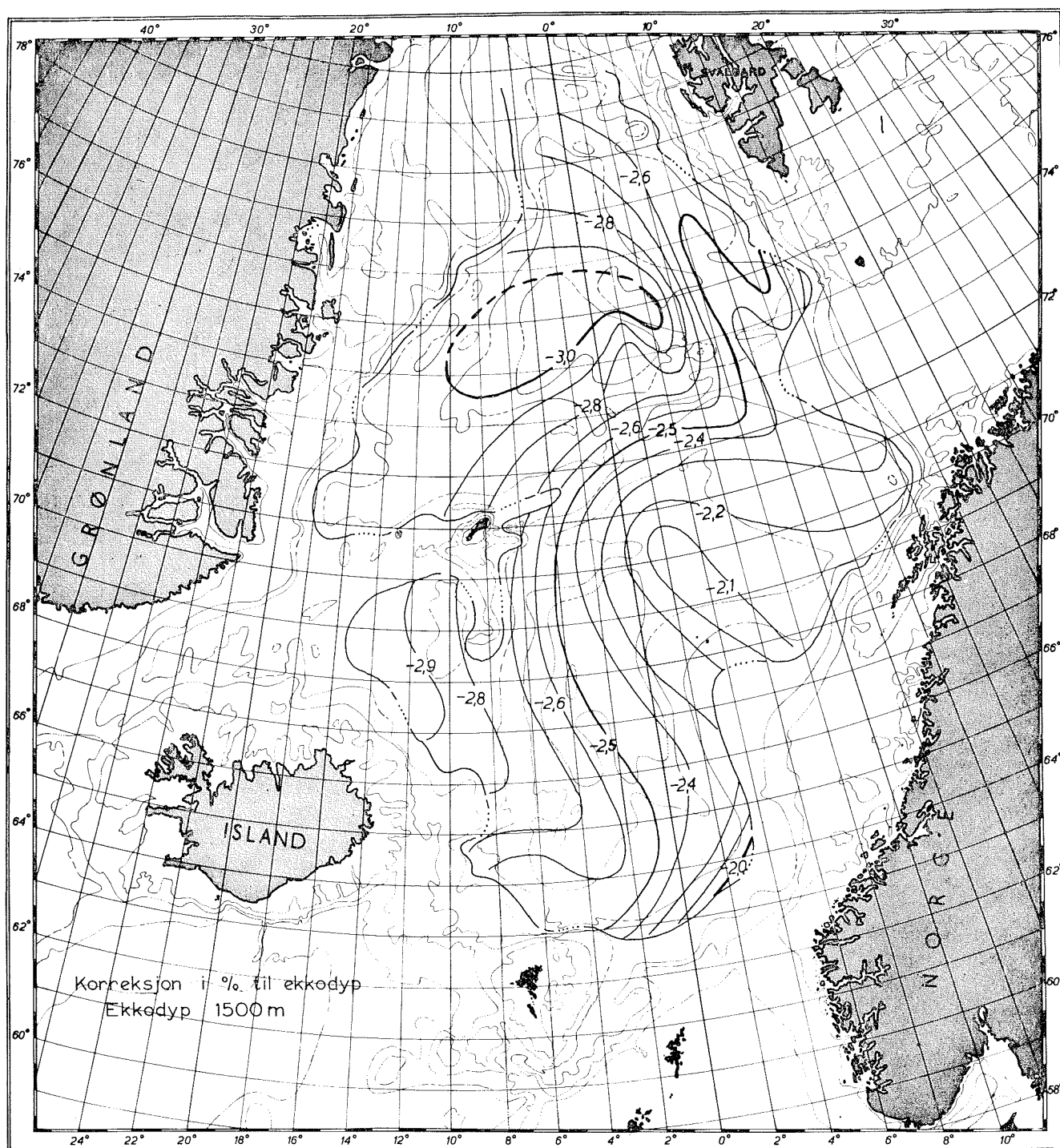


Fig. 6. Korreksjon i prosent til ekkodyp ved 1500 meter.

Summary

An echo sounder is adjusted for a constant sound velocity, usually 1500 m/sec. Since the velocity of sound in the sea is varying with temperature, salinity and depth, a correction is necessary if accurate soundings are required. The present paper shows a practical method for the computation of this correction.

49 of the "G. O. Sars" stations, taken in the years 1951-55, are fairly well covering the Norwegian Sea (Fig. 3). These stations have been used as basic material for the computation of the depth correction presented in Figs. 4-10. The correction is given as percentage of measured echo depth for the following depths (meters): 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, and 3500.

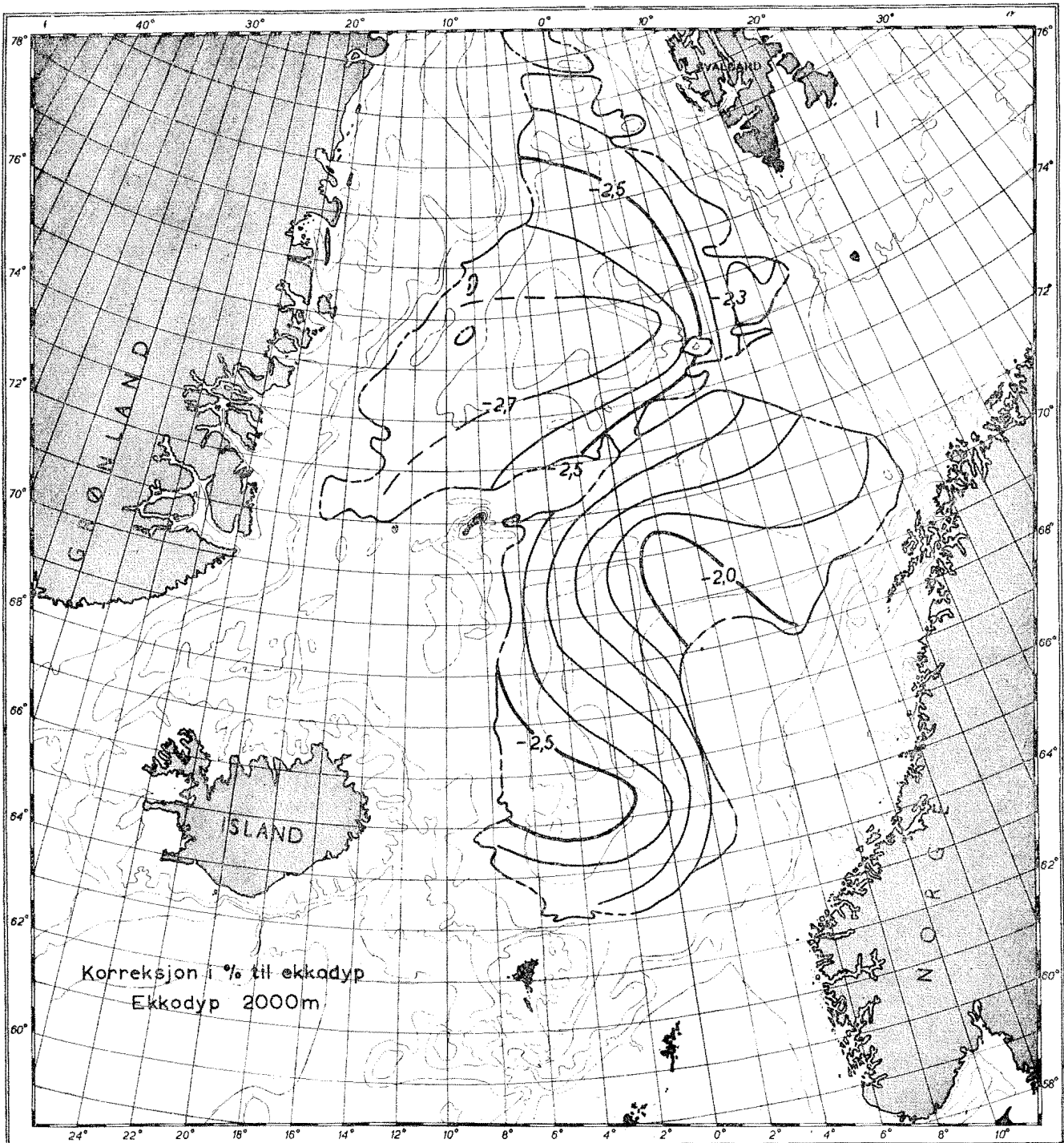


Fig. 7. Korreksjon 1 prosent til ekkodyp ved 2000 meter.



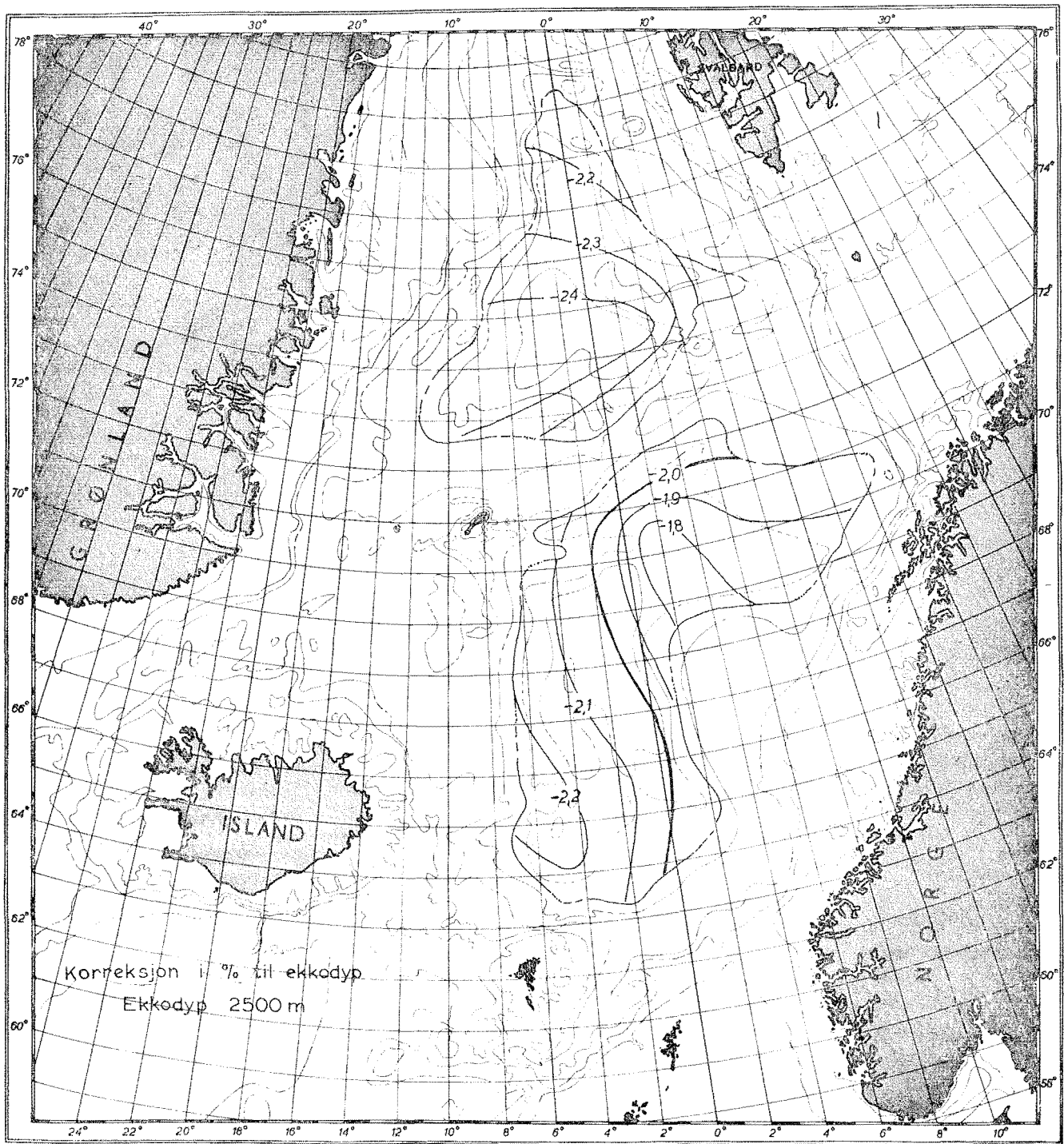


Fig. 8. Korreksjon i prosent til ekkodyp ved 2500 meter.

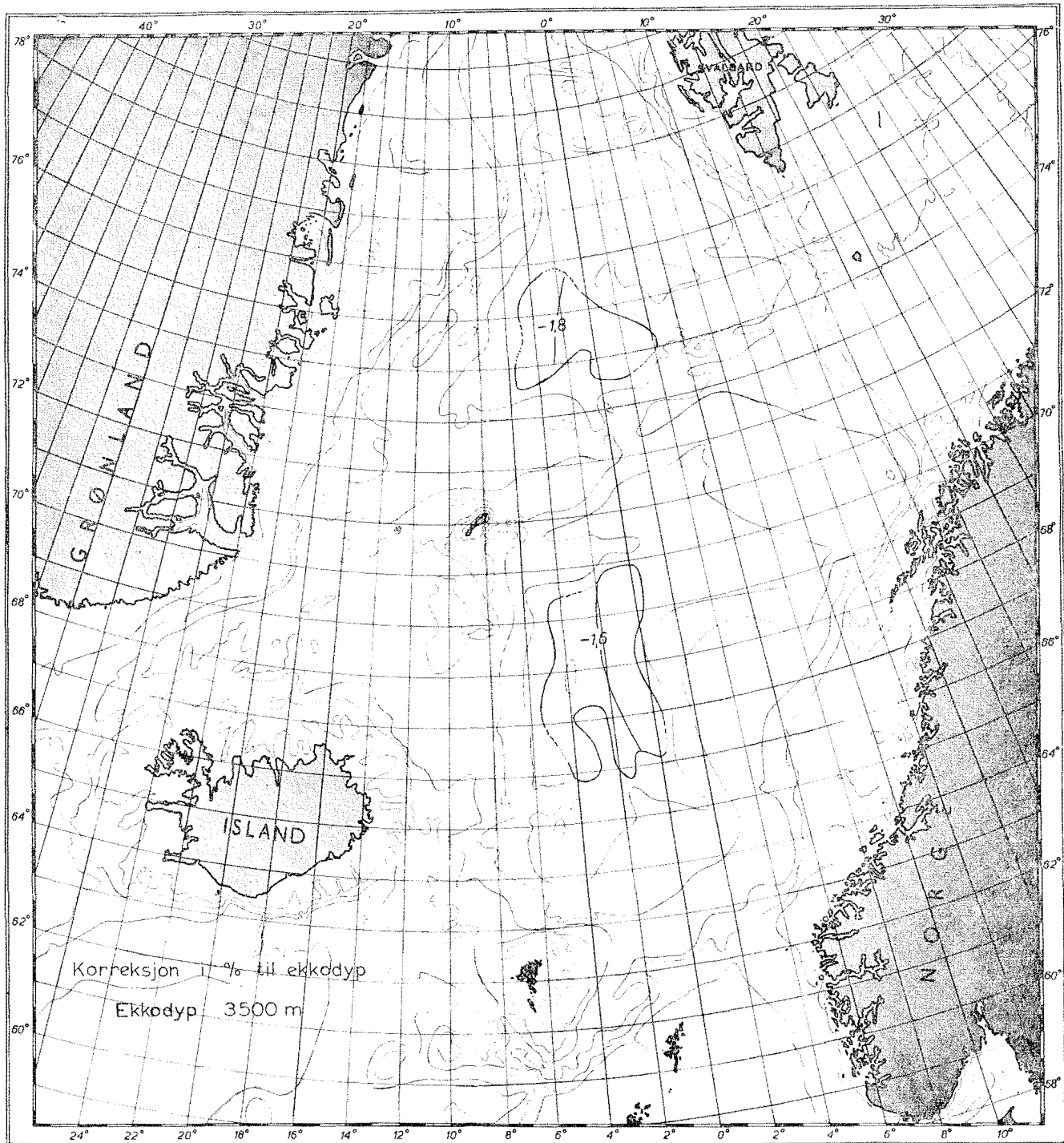


Fig. 10. Korreksjon i prosent til ekkodyp ved 3500 meter.

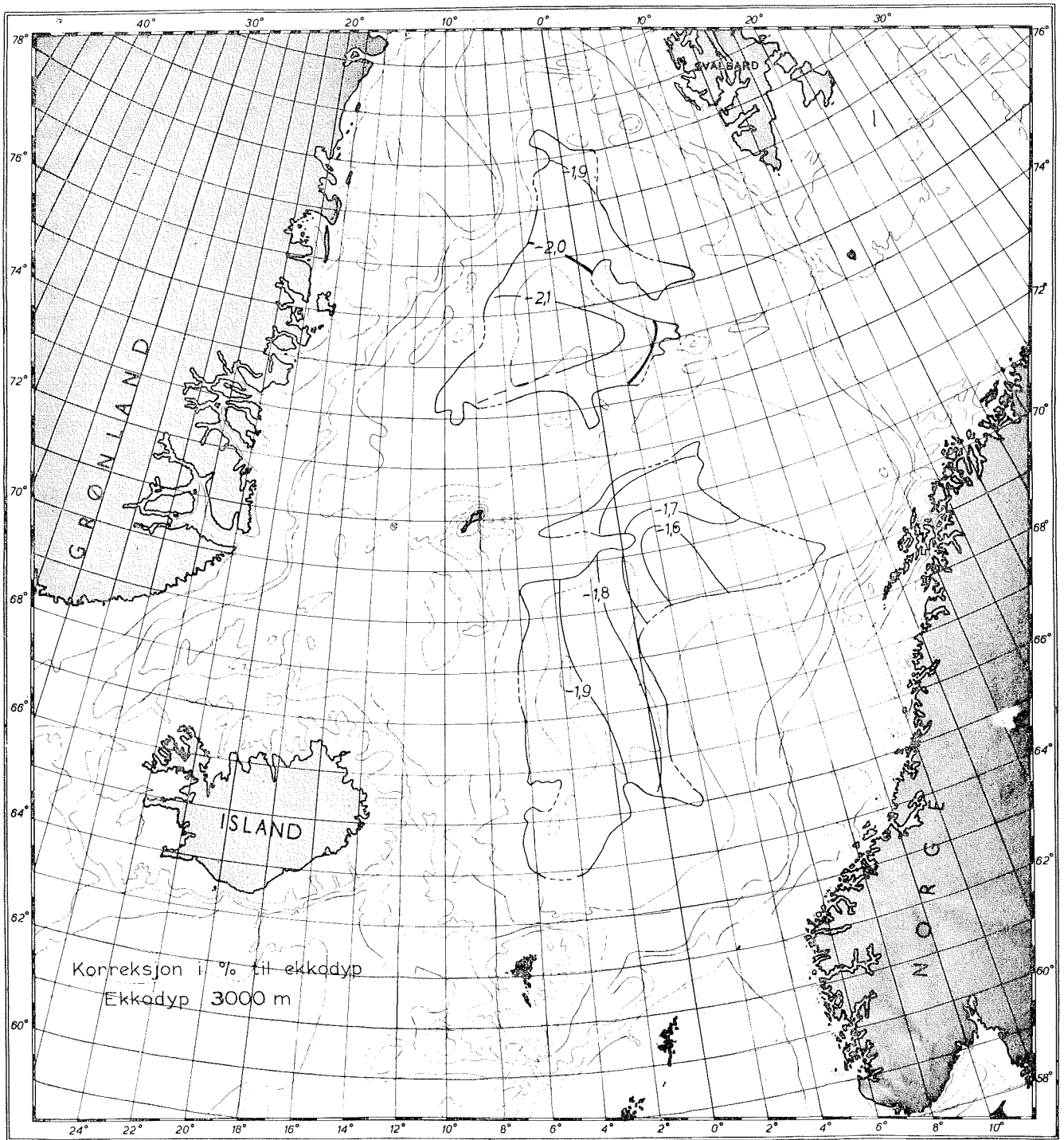


Fig. 9. Korreksjon i prosent til ekkodyp ved 3000 meter.

*Reference.*

KUWAHARA, S. 1939. Velocity of sound in sea water and calculation of the velocity for use in sonic sounding. *Hydrogr. Rev.*, v. 16, No. 2, p. 123-40. Monaco.